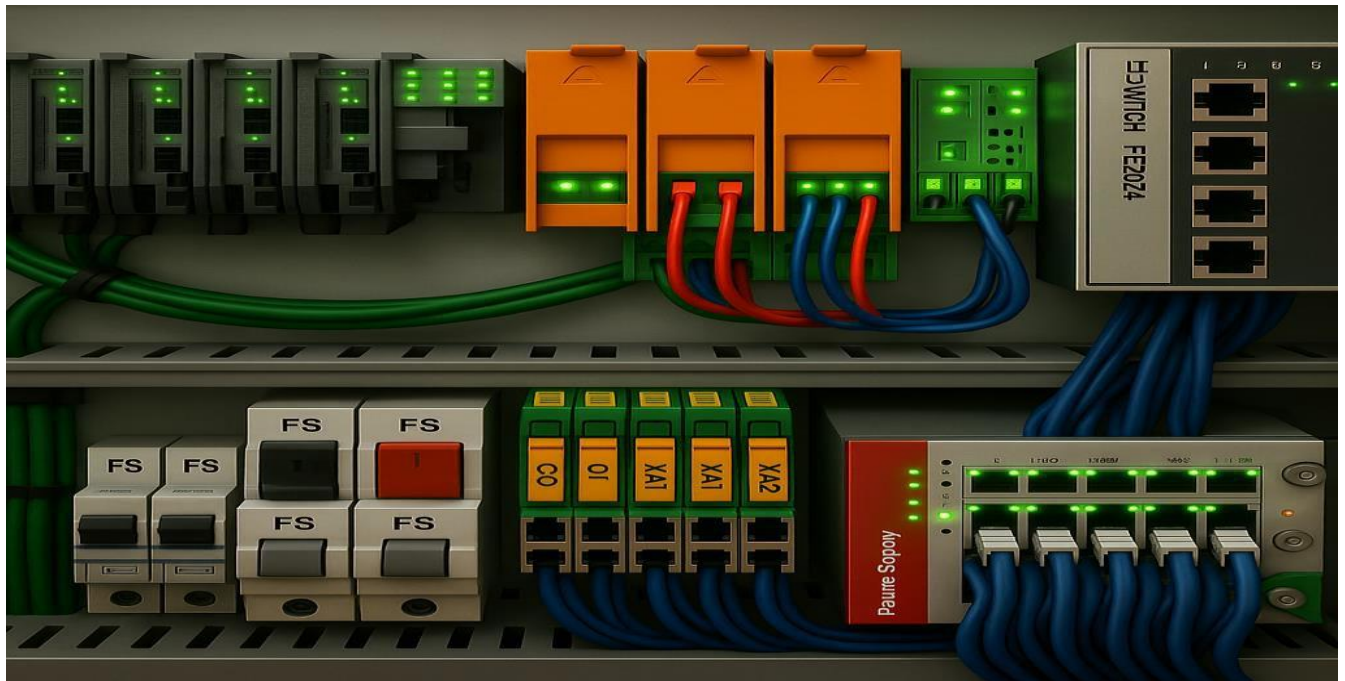




CHALMERS



Sjöingenjörers kompetens inom PLC-systems: En studie av STCW-krav och utbildningsstandarder inom sjöfarten

Examensarbete inom sjöingenjörsprogrammet

Filiph Andersson Hulthén
Sebastian Barsness

INSTITUTIONEN FÖR MEKANIK OCH MARITIMA VETENSKAPER

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige, 2025

Sjöingenjörers kompetens inom PLC-systems: En studie av STCW-krav och utbildningsstandarder inom sjöfarten

FILIPH ANDERSSON HULTHÉN
SEBASTIAN BARSNESS

Institutionen för mekanik och maritima vetenskaper
Avdelningen för maritima studier
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige, 2025

Sjöingenjörers kompetens inom PLC-systems: En studie av STCW-krav och utbildningsstandarder inom sjöfarten

FILIPH ANDERSSON HULTHÉN

SEBASTIAN BARSNESS

© Filiph Andersson Hulthén, 2025

© Sebastian Barsness, 2025

Institutionen för mekanik och maritima vetenskaper

Chalmers tekniska högskola

SE-412 96 Göteborg

Sverige

Telefon: + 46 (0)31-772 1000

Omslag:

PLC modul samt sammanhängande komponenter

Skapad med ChatGPT, 2025

Institutionen för mekanik och maritima vetenskaper

Chalmers tekniska högskola

Göteborg, Sverige 2025

FÖRORD

Detta examensarbete är skrivet av två studenter som läser sjöingenjörsprogrammet på Chalmers tekniska högskola. Examen omfattar 180 poäng och 90 poäng utöver som är fristående kurser. Examensarbetet omfattar 15 poäng.

Författarna skulle vilja tacka examensarbetets handledare Johan Eliasson för hans engagemang och stöd under arbetsgång. Han har även bidragit med material samt betydelsefulla tankar och idéer för examensarbetets utveckling. Författarna vill även tacka Christian Andersson på Öresunds linjen för hans bidragande till idéer samt tekniska resonemang till rapporten. Alla enkättagare och övriga inblandade personer som på något sätt har bidragit till examensarbetet skall också ha ett stort tack!

Denna rapport valdes att skriva då det är ett aktuellt ämne eftersom teknologin utvecklas mer och de tekniska systemen blir alltmer komplicerade samt att det styrs mer med elektronik, med hjälp utav datorer. Under praktikerna så insåg man att när ett PLC-system slutade att fungera så var man nästan alltid tvungen att ringa in en serviceingenjör för att komma och byta ut skärmen eller vissa komponenter.

Filiph Andersson Hulthén & Sebastian Barsness

Sjöingenjörers kompetens inom PLC-systems: En studie av STCW-krav och utbildningsstandarder inom sjöfarten

Filiph Andersson Hulthén
Sebastian Barsness

Institutionen för mekanik och maritima vetenskaper
Chalmers tekniska högskola

SAMMANDRAG

Teknologin till sjöss har utvecklats mycket de senaste åren, alltmer har gått över till att styras via en dator och de mekaniska systemen har börjat bytas ut i större utsträckning. Vilket kräver mer kunskap i PLC-system, för sjöingenjörer. Arbetet syftar till att undersöka kompetensen till sjöss för sjöingenjörer, för att kunna identifiera om utbildningen idag är tillräcklig för att möta de tekniska svårigheterna till sjöss samt att utvärdera vad STCW har för krav av blivande sjöingenjörer. För att samla in data till undersökningen har en enkät skickats ut till tekniska befäl inom flera svenska rederier. Arbetet har använt sig av en kvantitativ metod med frågor i enkäten, där det har funnits färdiga svarsalternativ och dessutom öppna frågor där respondenterna har kunnat utveckla sitt svar. För att analysera svaren valdes en tematisk metod för att kunna identifiera likheter. Resultatet visade att det var många utav sjöingenjörerna som arbeta med PLC-system, men att det fanns en vilja att vidareutveckla sin kunskap. Vad man identifierade i resultatet var att PLC-system är krångliga att hantera, vilket gör att kunskaperna inom dessa system behöver höjas för sjöingenjörer då mycket har utvecklats sig de senaste åren.

Nyckelord: PLC, sjöingenjör, STCW, utbildning, tekniska befäl.

Marine Engineers' Competence in PLC Systems: A Study of STCW Requirements and Educational Standards in the Maritime Industry

Filiph Andersson Hulthén

Sebastian Barsness

Department of Mechanics and Maritime Sciences
Chalmers University of Technology

ABSTRACT

Technology at sea has developed significantly in recent years, with an increasing number of systems now being controlled via computers, and mechanical systems increasingly being replaced. This requires greater knowledge of PLC-systems for marine engineers. The purpose of this study is to investigate the competence of marine engineers at sea, to determine whether today's education is sufficient to meet the technical challenges on board, as well as to evaluate the requirements set by the STCW for future marine engineers. To collect data for the study, a survey was sent out to technical officers across several Swedish shipping companies. A quantitative method was used in the survey, offering multiple-choice answers along with open-ended questions that allowed respondents to elaborate their answers. To analyze the responses, a thematic method was chosen to identify common patterns. The results showed that many marine engineers work with PLC-systems but expressed a desire to further develop their knowledge. It was also identified that PLC-systems are complicated to manage, which indicates that skills in these systems need to be improved among marine engineers, given the rapid technological developments in recent years.

The report is written in Swedish.

Keywords: PLC, marine engineer, STCW, education, technical officers.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte.....	1
1.3 Frågeställning	1
1.4 Avgränsningar.....	2
2. Teori	3
2.1 PLC språk	3
2.2 Utbildningsplanen och kurser	4
2.2.1 Chalmers utbildningsplan och högskoleförordningen	4
2.2.2 Styrteknik.....	5
2.2.3 Reglerteknik.....	5
2.2.4 Kvalificerad el-praktik.....	5
2.2.5 Computerbased control systems	5
2.3 Kort förklaring om STCW Kraven kopplade till kurserna	5
2.4 Automation	7
2.5 Utmaningar kring PLC utbildning.....	8
2.5.1 Förbättringar för PLC utbildning.....	9
2.5.2 Konsekvenser kring bristande PLC	11
3. Metod.....	12
3.1 Metodval.....	12
3.2 Urval och respondenter	12
3.3 Utformning av enkät	12
3.4 Genomförande av datainsamling	13
3.5 Analysmetod	13
3.6 Metodkritik	13
3.6.1 Reliabilitet.....	13
3.6.2 Validitet	13
3.6.3 Urval och svarsfrekvens	14
3.7 Etiska aspekter.....	14
4. Resultat	15
4.1 Antal respondenter.....	15
4.2 Yrkeserfarenhet.....	16
4.3 Kunskap och användning av PLC	17
4.4 Bedömning av utbildningens innehåll	18
4.5 Relevans av STCW-kraven	18
4.6 Förslag till förbättringar.....	18

4.7 Framtidens tekniska färdigheter	18
4.8 Roll och erfarenhetsbaserad analys	19
4.9 Gemensamma slutsatser.....	21
5. Diskussion	22
5.1 Resultatdiskussion	22
5.2 Metoddiskussion	23
6. Slutsatser.....	24
6.1 Förslag på vidare forskning	24
Källförteckning	25
BILAGA	26

FIGURFÖRTECKNING

Figur 1 Svar från respektive befattningsgrupp	15
Figur 2 Erfarenhet till sjöss	16
Figur 3 Bekvämlighet av PLC	17

TABELLFÖRTECKNING

Tabell 1 PLC-komfort baserat på antal års erfarenhet.....	19
Tabell 2 Teknisk chef	19
Tabell 3 förste och andre Fartygsingenjör	20
Tabell 4 ETO och tekniska inspektörer	20
Tabell 5 Sammanställning av enkätsvaren	21

FÖRKORTNINGAR OCH BEGREPP

AI	Artificial Intelligence
AND	Ett programmeringskommando för att skriva ordet ”och” i kod
AR	Augmented Reality
ETO	Electro Technical Officer
FBD	Function Block Diagram
GPS	Global Positioning System
IMO	International Maritime Organization
LD	Ladder Diagram
NOT	Ett programmeringskommando för att skriva ordet ”inte” i kod
OR	Ett programmeringskommando för att skriva ordet ”eller” i kod
PID	Proportional–integral–derivative controller
PLC	Programmable Logic Controller
RESET	Ett programmeringskommando för att återställa i kod
SET	Ett programmeringskommando för att skapa självhållning i kod
SFC	Sequential Function Chart
ST	Structured Text
STCW	International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for seafarers
VLCC	Very Large Crude Carrier
VR	Virtual Reality

1. INLEDNING

Teknologiska framsteg inom sjöfartsindustrin, särskilt genom digitalisering och Industri 4.0, har förändrat kraven på sjömäns kompetenser och arbetsuppgifter. Automation och användningen av autonoma fartyg har introducerat nya digitala verktyg och processer, vilket ställer högre krav på tekniska och digitala färdigheter. Samtidigt står utbildningssystemet inför utmaningen att anpassa sig till dessa nya krav för att förbereda framtidens sjömän (Baum-Talmor & Kitada, 2022).

Även om STCW-konventionen (Standards of Training, Certification, and Watchkeeping for Seafarers) fastställer minimistandarder för sjöfartsutbildning, finns det en klyfta mellan dessa standarder och de tekniska färdigheter som krävs i dagens sjöfartsindustri. För att säkerställa att sjömän förblir konkurrenskraftiga på den globala arbetsmarknaden måste utbildningsprogram utvecklas för att möta framtida tekniska och operativa krav.

1.1 Bakgrund

Automation och digitalisering har blivit en central del av den marina industrin. Fartyg drivs idag av avancerade styrsystem där PLC (Programmable Logic Controllers) spelar en viktig roll i att styra olika funktioner såsom maskinsystem och säkerhetslösningar. Trots detta finns det en diskussion om huruvida dagens sjöingenjörer har tillräcklig kompetens för att arbeta effektivt med dessa system. För att undersöka detta problem kommer denna studie att analysera kunskapsnivån hos sjöingenjörer och jämföra den med STCW-kraven.

STCW-konventionen är en internationell konvention som tagits fram av IMO (International Maritime Organization) konventionen syftar till att säkerställa en global miniminivå för sjöpersonalens utbildning, certifiering och vakthållning. STCW reglerar således de kunskaps och kompetenskrav som sjöpersonal måste uppfylla för att kunna arbeta säkert och effektivt till sjöss. I takt med att sjöfartsbranschen utvecklats har även tekniska krav, såsom användningen av PLC och automationssystem, ökat i omfattning och komplexitet. STCW-kraven är idag inte tydligt specificerade kring dessa områden, vilket kan innebära ett kompetensgap där sjöingenjörer och ETO (Electro Technical Officer) möjligen saknar rätt kompetensnivå för att hantera dessa system ombord på moderna fartyg.

1.2 Syfte

Studien syftar till att undersöka kompetensnivån till sjöss gällande PLC och automationssystem. Den fokuserar på att identifiera vad som behöver förbättras och hur vidare STCW-kraven behöver utvecklas. Studien granskar även potentiella förbättringar inom utbildningssystemet om kunskapsnivån inte uppfyller de krav som krävs för att utföra arbetet optimalt och effektivt.

1.3 Frågeställning

Hur ser kunskaperna ut för svenska sjöingenjörer om PLC och automationssystem

Behöver STCW-kraven anpassa sig till sjöfartsindustrins utvecklande automationsteknologi.

1.4 Avgränsningar

Studien kommer att fokusera på en specifik målgrupp, närmare bestämt sjöingenjörer och ETO till en viss gräns samt tekniska inspektörer. Andra aspekter, såsom personer som arbetar i land med dessa system, kommer inte att inkluderas i studien såsom driftingenjörer inom industrin. Studien kommer även att avgränsa sig till enbart svenska tekniska sjöbefäl.

Studien kommer att fokusera på kompetensnivå hos sjöingenjörer gällande PLC och automationssystem som används ombord på fartyg. Den kommer att använda STCW-kraven för att jämföra med kompetensnivån. Andra regelverk kan refereras till för jämförelse, men det kommer inte att vara studiens huvudfokus.

Denna studie kommer att fokusera på den tekniska aspekten av PLC kompetens. Andra faktorer, såsom samhällliga aspekter, där säkerhet och ekonomiska faktorer nämns, kan tas upp men kommer att kopplas till den tekniska aspekten. Det kan exempelvis ske genom att diskutera hur PLC-kompetens kan förebygga olyckor, förbättra säkerheten och minska ekonomiska risker vid en möjlig olycka.

2. TEORI

I detta kapitel kommer det finnas kort bakgrundsfakta om PLC och en beskrivning om vanliga programspråk. Även högskoleförordningen och utbildningsplanen för sjöingenjörsprogrammet kommer beröras i fråga om PLC. Kopplat till detta finns det också en beskrivning av alla kurser inom sjöingenjörsprogrammet som är kopplade till PLC, samt vilka kunskapskrav STCW ställer i respektive kurs. Slutligen kommer det tas upp vad andra akademiska rapporter säger kring PLC, automation och svårigheter kring PLC utbildning.

2.1 PLC språk

PLC-system är ett datasystem som använder olika koder för att styra ett eller flera förlopp. Programspråket som används utav PLC skall vara enkelt, kraftfullt och anpassat för olika typer av styrning. På 1990-talet tog man fram en standard för programmering av PLC-system (IEC 61131-3). Fem olika programspråk är specificerade i standarden och är språktyper som förekommit tidigare men nu fått en enhetlig form. Grundinstruktioner som AND, OR och NOT utökas med SET och RESET av vippor och tidsfördröjningsinstruktioner. Beroende på styrsystemets komplexitetsgrad så finns det mer eller mindre ytterligare instruktioner (Osbeck & Hult, 2017).

Ladderdiagram (LD)

Ladder Diagram är ett grafiskt programmeringsspråk som används i PLC-system och bygger på principerna från äldre reläscheman. Det utvecklades på 1970-talet för att göra det enklare för ingenjörer och tekniker, som tidigare arbetade med reläbaserade styrsystem, att övergå till programmerbara styrsystem.

I LD-programmering representeras logiken som ett elektriskt kopplingschema, där insignaler (som tryckknappar eller sensorer) visas som kontakter, och utsignaler (som motorer eller lampor) som spolar. Varje rad i programmet motsvarar en elektrisk krets, där signalflödet går från vänster till höger.

Denna programmeringsmetod blev snabbt standard inom industrin och är fortfarande mycket vanlig idag. Det uppskattas att mellan 70–80 % av all PLC-programmering som gjorts har använt LD. Många anser också att LD ger en tydligare och mer överskådlig bild av styrningen än andra programmeringsspråk som Structured Text eller Function Block Diagram (Osbeck & Hult, 2017).

Sequential Function Chart (SFC)

Sequential Function Chart är ett programmeringsspråk som används för att beskriva sekventiella förlopp i automationssystem. Det bygger på en standard (IEC 848) och är utformat för att tydligt visa hur en process steg för steg ska utföras.

I SFC delas programmet upp i steg och övergångar. Varje steg representerar ett visst tillstånd eller en aktivitet i processen, och mellan stegen finns villkorade övergångar som avgör när programmet ska gå vidare till nästa steg. Det liknar ett flödesschema och gör det enkelt att följa logiken i en sekventiell styrning.

SFC är särskilt användbart när man ska styra processer som sker i en viss ordning – till exempel startsekvenser, tillverkningssteg eller cykliska förlopp i maskiner. Även om det inte alltid används i enklare styrprogram, ger SFC en bra visuell överblick och hjälper till att strukturera mer komplexa flöden (Osbeck & Hult, 2017).

Funktionsblockdiagram (FBD)

Function Block Diagram är ett grafiskt programmeringsspråk som används för att skapa styrprogram i industriella styrsystem, särskilt i PLC:er. Det är en av de fem standardiserade programmeringsmetoderna enligt IEC 61131-3-standarden.

I stället för att skriva kod i textform bygger man upp programmet genom att koppla samman funktionsblock – ungefär som ett kopplingsschema. Varje block representerar en viss funktion, till exempel en logisk "och"-grind (AND), en timer eller en räknare. Dessa block kopplas ihop med linjer som symboliserar signalflödet mellan blocken (Osbeck & Hult, 2017).

Structured Text (ST)

Structured Text är ett textbaserat programmeringsspråk som används för att programmera PLC-system. Det liknar traditionella programmeringsspråk som Pascal och C i både struktur och uppbyggnad.

I ST skriver man logiken med hjälp av textkommandon snarare än grafiska symboler. Programmeringen sker genom att använda villkorssatser, slingor, variabler och logiska uttryck, vilket gör det särskilt lämpligt för mer komplexa styrsystem och avancerade funktioner som kan vara svåra att uttrycka med grafiska språk som Ladder Diagram eller Function Block Diagram (Osbeck & Hult, 2017).

2.2 Utbildningsplanen och kurser

Inom sjöingenjörsprogrammet vid Chalmers tekniska högskola ges flera kurser inom området PLC med mål att ge kunskap inom detta område. Kurserna är Styrteknik, Reglertekning och Computerbased control systems. I programmets behörighetsgrundande kurser omfattar även en kurs inom Operativ elteknik där ett moment är PLC och praktisk programmering.

2.2.1 Chalmers utbildningsplan och högskoleförordningen

Alla högskoleutbildningar omfattas av högskoleförordningen som anger examensbeskrivning om vad som skall uppnås för en enskild examen. Denna beskrivning tar upp den kunskap och förmåga som krävs för behörighet som sjöingenjör (Riksdagen, 1993). Flera krav kan kopplas till PLC. Ett exempel är andra kravet i delen kunskap och förståelse som säger *“visa sådant brett sjöfartstekniskt kunnande som krävs för att i ledande befattning ansvara för drift och underhåll av fartygs maskineri och eltekniska utrustning samt brandsäkerheten.”* Detta ger att utbildningen måste innehålla kurser inom automationssystem och PLC för att kunna underhålla maskineri och elteknisk utrustning på ett korrekt sätt.

För att dokumentera och påvisa detta skrivs fordringarna i högskoleförordningen in i Chalmers examensordning/utbildningsplan. Det är en förutsättning för att kunna härleda vilken utbildning det skall planeras för och i vilken omfattning.

Under respektive huvudmål från högskoleförordningen har man vid Chalmers utvecklat förtydligande med mer beskrivna mål om hur man genomför och uppfyller kraven. (Chalmers tekniska högskola, 2021). Chalmers egna mål är mer konkreta på vad en student behöver kunna för att uppfylla högskoleförordningens mål.

2.2.2 Styrteknik

Kursen om styrteknik ger grundläggande kunskap kring styrteknik. Studenter får lära sig om logisk styrning och elektriska, pneumatiska och hydrauliska system samt PLC. Kursen ger både teoretiska kunskaper och praktisk erfarenhet inom att tolka och skapa styrsystem (Chalmers Tekniska Högskola, 2023). Kursen bygger på att studenten ska få goda praktiska färdigheter genom att arbeta med hemuppgifter, laborationer och övningar som handlar om att skapa olika styrsystem med hjälp av programmet Codesys, som är ett programmeringsprogram. Föreläsningarna används för att fördjupa förståelsen genom diskussioner och problemlösning.

2.2.3 Reglerteknik

Kursen inom reglerteknik har som övergripande mål att ge en grundläggande och bred kunskap om reglerteknik. Kursen ger kunskap om användningsområden, hur matematiska beräkningar görs på dynamiska system (styrsystem och reglersystem), olika regulator typer och komponenter i reglersystem (Chalmers Tekniska Högskola, 2021). Kursen fokuserar på hur reglersystem används på fartyg och i industrin. Studenter får lära sig hur enkla reglersystem är uppbyggda till exempel återkopplingsprincipen, blockschema, PID-regulatorer och annat. I kursen ingår också laborationer som ger studenten praktisk erfarenhet kring reglersystem.

2.2.4 Kvalificerad el-praktik

Kursen inom kvalificerad el-praktik är mer av en laborativ natur och ger studenter mycket praktisk erfarenhet kring både hur man kopplar ett elsystem utifrån ritning och hur man använder sig av PLC för att styra verkliga system (Chalmers Tekniska Högskola, 2024). Studenterna får göra många verklighetsbaserade uppgifter kring koppling av elsystem och PLC-styrning.

2.2.5 Computerbased control systems

Kursen inom computerbased control systems syftar till att ge en fördjupad kunskap kring styrning, reglering och PLC utifrån tidigare kurser som exempelvis styrteknik. Kursen bygger på att studenter i grupp ska skapa styr- och regler projekt för att lösa olika uppgifter med hjälp av programmet Codesys (Chalmers Tekniska Högskola, 2023). Studenter utvecklar projekten med hjälp av både simulerad process och det verkliga systemet. Studenter får en djup förståelse kring hur PLC-system är uppbyggt och hur de kommunicerar med verkliga komponenter.

2.3 Kort förklaring om STCW Kraven kopplade till kurserna

Nedan står en kort förklaring om de STCW-krav som kurserna fokuserar på att uppfylla.

Gäller maskinbefäl på operativ nivå

- **A-III/1 Operate electrical, electronic and control systems**
Innebär att kunna hantera och använda fartygets elektriska, elektroniska och styrsystem för att säkerställa säker och effektiv drift.
- **A-III/1 Operate main and auxiliary machinery and associated control systems**
Innebär att kunna använda och övervaka huvudmaskineri, hjälpmaskiner och tillhörande styrsystem för att säkerställa att fartyget fungerar korrekt.
- **A-III/1 Maintenance and repair of electrical and electronic equipment**
Innebär att utföra underhåll och reparationer av fartygets elektriska och elektroniska utrustning.

Gäller maskinbefäl på ledningsnivå

- **A-III/2 Manage safe and effective maintenance and repair procedures: Practical knowledge**
Innebär att hantera och säkerställa säkra och effektiva underhålls- och reparationsrutiner genom praktisk tillämpning.
- **A-III/2 Manage trouble-shooting, restoration of electrical and electronic control equipment to operating condition**
Innebär att ansvara för felsökning och återställning av elektriska och elektroniska styrsystem så att de fungerar korrekt.
- **A-III/2 Operation, surveillance, performance assessment and maintaining safety of propulsion plant and auxiliary machinery: Practical knowledge**
Innebär att driva, övervaka och bedöma prestandan hos framdrivnings- och hjälpmaskiner, samt säkerställa att säkerhetsrutiner följs.

Gäller ETO

- **A-III/6 Maintain and repair automation and control systems of main propulsion and auxiliary machinery**
Innebär att underhålla och reparera automations- och styrsystem för framdrivnings- och hjälpmaskiner.
- **A-III/6 Maintain and repair bridge navigation equipment and ship communication systems**
Innebär att ansvara för underhåll och reparation av bryggans navigationsutrustning och fartygets kommunikationssystem för säker drift.
- **A-III/6 Maintain and repair control and safety systems of hotel equipment**
Innebär underhåll och reparation av säkerhets- och styrsystem för hotellutrustning ombord, såsom ventilation, belysning och andra elektriska system.
- **A-III/6 Maintain and Repair of electrical and electronic equipment**
Underhåll och reparation av elektrisk och elektronisk utrustning för att säkerställa säker och effektiv drift av fartygets system.
- **A-III/6 Operate and maintain power systems in excess of 1,000 Volts**
Innebär att hantera och underhålla högspänningssystem (>1 000 V) ombord på fartyg, inklusive säker hantering av dessa system.
- **A-III/6 Monitor the operation of automatic control systems of propulsion and auxiliary machinery**
Innebär att övervaka automatiska styrsystem för framdrivnings- och hjälpmaskiner för att upptäcka fel och säkerställa att systemen fungerar optimalt.
- **A-III/6 Monitor the operation of electrical, electronic and control systems**
Innebär att övervaka, underhålla och felsöka fartygets elektriska, elektroniska och styrsystem för att säkerställa säker och effektiv drift.
- **A-III/6 Operate computers and computer networks on ships**
Innebär att hantera och använda datorer och nätverk ombord, inklusive system för navigering, kommunikation och övervakning av fartygets drift.
- **A-III/6 Maintain and repair electrical, electronic and control systems of deck machinery and cargo handling equipment**
Innebär ansvar för underhåll och reparation av elektriska och elektroniska system som används för däcksmaskineri och lastnings-/lossningsutrustning.

Gäller Junior sjömän

- **A-III/7 Contribute to the maintenance and repair of electrical systems and machinery on board**
Innebär att assistera vid underhåll och reparation av elektriska system och maskineri ombord.
- **A-III/7 Safe use of electrical equipment**
Innebär att följa säkerhetsföreskrifter och säker hantering av elektrisk utrustning för att undvika olyckor och skador.
- **A-III/7 Use hand tools, electrical and electronic measurement equipment for fault finding, maintenance and repair operations**
Innebär att använda handverktyg och mätinstrument för felsökning, underhåll och reparation av elektriska och elektroniska system.
- **A-III/7 Contribute to monitoring the operation of electrical systems and machinery**
Assistera i övervakning och underhåll av elsystem och maskiner, under ledning av en erfaren tekniker eller ingenjör.

2.4 Automation

Automatiseringen har förändrat sjöfartsindustrin på flera sätt genom att många manuella uppgifter/arbetsprocedurer är automatiserad och kräver därav mindre personal. Tidigare bemannades ett lastfartyg av 40–50 personer, medan moderna tankfartyg (VLCC – Very Large Crude Carrier) ibland har endast 22 besättningsmedlemmar. Denna minskning har lett till ett ökat beroende av automatiserade system och PLC-baserade kontroller, vilket i sin tur ställer högre krav på sjöingenjörers tekniska kompetens för att hantera dessa system på ett säkert och effektivt sätt (Hetherington, Flin & Mearns, 2006, s. 402–404).

Samtidigt har automatiseringen förändrat hur personalen ombord interagerar med kontroll / övervakningssystem ombord som ger att de ständigt måste övervaka flera system och förstå deras driftläge. Sarter och Woods (1995) beskriver hur detta ökar de kognitiva kraven på operatörer och en mer komplex miljö kan leda till missförstånd samt olyckor. Därför blir en förbättrad utbildning inom PLC och automationssystem avgörande för att optimera maskindriften och minimera risken för fel (Hetherington et al., 2006, s. 404–405).

Den snabba utvecklingen inom sjöfarten, särskilt inom ramen för Industry 4.0, innebär en övergång från traditionell fartygsdrift till system där cyberfysiska system, AI (artificiell intelligens) och PLC-styrning används för att hantera maskinsystem och navigering. Denna utveckling ställer nya krav på sjöingenjörer, som måste anpassa sig till en mer digitaliserad och automatiserad arbetsmiljö (Baum-Talmor & Kitada, 2022, s. 2–3).

Vidare är det så att de mest kritiska delarna av ett fartygs framdrivningssystem idag använder PLC, för att styra och övervaka funktioner såsom maskineri, kraftdistribution och säkerhetssystem. Trots PLC-systemens centrala roll visar forskning att nuvarande utbildningsprogram för sjöingenjörer ofta inte är tillräckligt omfattande när det gäller att ge färdigheter inom PLC-programmering, felsökning och underhåll. Detta skapar en kunskapslucka som kan påverka både fartygens säkerhet och operativa effektivitet (Meštrović, Pavić, Maljković & Androjna, 2024, s. 2, 8).

Idag är utmaningen att säkerställa framtida sjöingenjörer är väl förberedda på den ökade automationen. Detta ger att det behövs förnyelse av utrustning hos utbildningssamordnare. Att integrera PLC-utbildning i maritima akademiska program, använda simulatorer för att träna

sjöingenjörer på verkliga felsecenarioer och säkerställa kontinuerlig kompetensutveckling genom certifieringsprogram är avgörande åtgärder för att möta de växande kraven inom branschen. På så sätt kan sjöfartsindustrin säkerställa att dess sjöingenjörer är rustade för framtiden och kan hantera den ökade digitaliseringen på ett effektivt och säkert sätt (Baum-Talmor & Kitada, 2022, s. 4–5; Meštrović et al., 2024, s. 8).

2.5 Utmaningar kring PLC utbildning

En av de största utmaningarna med automatiseringen är att den kan skapa en falsk trygghet där operatörer överdriver sin tillit till automatiserade system och missar kritiska varningssignaler. Lützhöft och Dekker (2002) påpekar att denna överdrivna tilltro kan minska operatörers uppmärksamhet och därmed öka risken för olyckor (Hetherington et al., 2006, s. 407). Ett exempel på detta är incidenten med *Royal Majesty (RM)*, där ett fel i GPS-systemet inte upptäcktes eftersom besättningen blint förlitade sig på automatiserade data. Trots att alternativa navigationsverktyg fanns tillgängliga, misslyckades besättningen med att korsverifiera informationen, vilket resulterade i att fartyget gick på grund (Hetherington et al., 2006, s. 406). Det är tydligt att bristande utbildning i automatiserade system är en av de vanligaste orsakerna till mänskliga fel inom sjöfarten. En förbättrad PLC-utbildning skulle kunna hjälpa sjöingenjörer att bättre förstå och hantera felmodeller i automationssystem samt utveckla en mer aktiv övervakningsstrategi. Samtidigt visar forskning att det finns stora variationer i hur utbildning i automation och PLC hanteras inom olika rederier och utbildningsinstitutioner. Standardiserade träningsprogram saknas, vilket innebär att sjöingenjörers kunskapsnivå varierar beroende på deras utbildningsbakgrund och arbetsgivare (Hetherington et al., 2006, s. 408).

IMO har betonat vikten av en säkerhetskultur där besättningsmedlemmar förstår och kan hantera de system de arbetar med. Trots detta finns fortfarande stora skillnader i hur dessa utbildningsinitiativ implementeras, vilket kan påverka säkerheten negativt (Hetherington et al., 2006, s. 409). Ek et al. (2000) menar att en stark säkerhetskultur kräver bättre utbildningsstandarder och regelbunden kompetensutveckling, särskilt inom automation och PLC-teknik (Hetherington et al., 2006, s. 409).

Denna problematik blir särskilt tydlig i och med Industry 4.0 och den ökande digitaliseringen inom sjöfarten. Industry 4.0 är den fjärde industriella revolutionen, det syftar på den moderna utvecklingen inom industrin där digital teknik integreras i allt större utsträckning i produktion och tillverkning, där maskiner, system och produktion är uppkopplade och kan kommunicera med varandra. Denna uppkoppling gör det möjligt att samla in stora mängder data som i sin tur analyseras i realtid med hjälp av AI och avancerad dataanalys. Genom detta kan produktionen optimeras, resursanvändningen minskas och driftsstopp förebyggas. En bibliometrisk analys och systematisk litteraturöversikt visar att det finns ett växande kompetensgap inom maritim utbildning, särskilt när det gäller automation och digitalisering (Meštrović, Pavić, Maljković & Androjna, 2024). Även om traditionell maskinteknisk utbildning ger en grundläggande förståelse för fartygssystem, saknas ofta djupgående kunskaper i PLC-programmering och dess tillämpningar i moderna fartyg. Detta innebär att nuvarande utbildningsplaner inte är fullt anpassade till den digitala omställningen, vilket kan leda till operativa risker om besättningar saknar rätt tekniska färdigheter (Meštrović, Pavić, Maljković & Androjna, 2024, s. 9–17).

Forskning visar att beslut som tas av besättningen påverkas starkt av deras förståelse av fartygssystemen och deras förmåga att kommunicera och agera i kritiska situationer. Wagenaar och Groeneweg (1987) fann att 70% av alla mänskliga fel i sjöfarten beror på bristande medvetenhet om den situation man är i, vilket i en högautomatiserad miljö kan översättas till

att användaren inte korrekt uppfattar eller förstår PLC-systemens status, vilket kan leda till felaktiga beslut (Hetherington et al., 2006, s. 406). Koester (2003) visade också att kommunikation mellan navigations ansvariga och teknisk personal ofta brister när arbetsbelastningen ökar, särskilt när automatiserade system används som beslutsstöd. Detta understryker vikten av att utbilda sjöingenjörer inte bara i PLC-programmering och felsökning, utan även i att effektivt kommunicera teknisk information inom sitt team (Hetherington et al., 2006, s. 407).

Trots att Industry 4.0 ställer nya krav på sjöingenjörer har utbildningsinstitutionerna inte anpassat sig i tillräckligt hög grad. Baum-Talmor och Kitada (2022) identifierar flera brister i nuvarande utbildningssystem, såsom:

- **Brist på praktisk träning i PLC och automation:** Många utbildningsprogram undervisar fortfarande med föråldrade system och saknar simulatorer för modern fartygsautomation (Baum-Talmor & Kitada, 2022, s. 7–8).
- **För lite fokus på digitala färdigheter och datahantering:** Framtida arbetsmiljöer kräver fjärrövervakning och datadrivet beslutsfattande, vilket dagens utbildningar ofta inte förbereder studenter för (Baum-Talmor & Kitada, 2022, s. 8).
- **Obalans mellan teori och praktik:** Sjöingenjörer får mycket teoretisk utbildning men saknar praktisk erfarenhet av de system de kommer att arbeta med ombord på moderna fartyg (Baum-Talmor & Kitada, 2022, s. 9).
- **Bristande arbetsgivarengagemang i kompetensutveckling:** Fartygsoperatörer investerar inte tillräckligt i fortbildning, vilket leder till att många ingenjörer själva måste bekosta sin utbildning i automation och PLC-programmering (Baum-Talmor & Kitada, 2022, s. 10).

Det är tydligt att sjöfartsbranschen behöver revidera och utveckla sina utbildningsmetoder för att möta de krav som Industry 4.0 och automation ställer. Genom att implementera standardiserade PLC-utbildningar, investera i praktisk simulatorträning och öka det digitala innehållet i utbildningar kan sjöfartsindustrin bättre förbereda framtidens sjöingenjörer. Detta skulle inte bara förbättra säkerheten ombord utan även öka operativ effektivitet och minska risken för olyckor kopplade till mänskliga misstag.

2.5.1 Förbättringar för PLC utbildning

För att minska kompetensgapet och förbättra utbildningen inom PLC och automation för sjöingenjörer, har flera forskningsstudier identifierat effektiva utbildningsmetoder. En av de mest lovande strategierna är laboratorie- och simulatorbaserad träning, där ingenjörer ges möjlighet att arbeta med verkliga PLC-system i en kontrollerad miljö. Simulatorer har visat sig vara en av de mest effektiva metoderna för att träna felsökning, programmering och integration av PLC-system i fartygsautomation, eftersom de möjliggör praktisk erfarenhet utan att riskera driften av ett verkligt fartyg (Meštrović, Pavić, Maljković & Androjna, 2024, s. 19).

En annan innovativ metod som lyfts fram i forskningen är användningen av VR (Virtual Reality) och AR (Augmented Reality) i utbildningen av sjöingenjörer. Genom att utnyttja dessa teknologier kan ingenjörer tränas i realistiska, interaktiva miljöer där de kan hantera och diagnostisera PLC-relaterade problem utan att vara fysiskt närvarande på ett fartyg. Detta tillvägagångssätt har potential att förbättra både inlärningsprocessen och teknisk förståelse, särskilt i situationer där tillgången till fysiska fartyg eller utrustning är begränsad (Meštrović et al., 2024, s. 20).

Vidare rekommenderas en hybridmodell för utbildning, där teoretiska onlinekurser kombineras med fysiska workshops. Denna metod ger ingenjörer möjlighet att lära sig PLC-programmering på distans, samtidigt som de får praktisk erfarenhet genom simulerade miljöer och laboratorieövningar. Detta flexibla lärandeformat skulle kunna öka tillgängligheten till högkvalitativ utbildning och bidra till att fler sjöingenjörer får den kompetens som krävs för att hantera avancerade automationssystem (Meštrović et al., 2024, s. 21).

För att säkerställa att sjöingenjörer kontinuerligt uppdaterar sina färdigheter rekommenderas även certifieringsprogram och fortbildning. Införandet av specifika certifieringar för PLC-kompetens inom sjöfarten skulle kunna standardisera utbildningen och säkerställa att ingenjörer håller sig uppdaterade med den senaste tekniken och industristandarderna (Meštrović et al., 2024, s. 22).

Vidare betonar forskningen vikten av en revidering av STCW-konventionen för att inkludera mer omfattande utbildning inom PLC och automation. En ökad automationsnivå och övergång till självstyrande fartyg kräver att sjöingenjörers utbildning anpassas till en ny teknologisk verklighet. Nuvarande utbildningsplaner uppfyller de krav som finns i STCW och i fler fall därutöver men är inte uppdaterade till den omfattande digitaliseringen som skett under de sista åren. vilket kan medföra operativa risker om besättningar saknar de tekniska färdigheter som krävs för att hantera avancerade styrsystem (Meštrović et al., 2024, s. 17).

Utöver dessa tekniska aspekter är det också avgörande att utbildningen inkluderar kommunikationsträning och teamarbete. Studier visar att beslutsfattande ombord påverkas av hur väl besättningen kan kommunicera och förstå fartygssystemen. Enligt Wagenaar och Groeneweg (1987) beror 70 % av alla mänskliga fel inom sjöfarten på bristande situationell medvetenhet, något som kan förvärras i en högautomatiserad miljö där operatörer riskerar att missa kritisk information om systemstatus (Hetherington, Flin & Mearns, 2006, s. 406).

Hetherington, Flin och Mearns (2006) föreslår en rad åtgärder för att förbättra PLC-utbildning. Utökad simulatorträning har identifierats som en nyckelstrategi för att förbättra sjöingenjörers förståelse för felsökning och diagnostik av maskinsystem (Hetherington et al., 2006, s. 409). Dessutom föreslås att IMO och STCW-standarder uppdateras för att inkludera certifieringar i PLC-programmering och automation, vilket skulle säkerställa att alla sjöingenjörer har en gemensam grundkompetens (Hetherington et al., 2006, s. 410).

Det är också viktigt att automation och PLC-utbildning integreras mer i befintliga utbildningsprogram. För att säkerställa att sjöingenjörer får en mer praktisk och relevant utbildning bör undervisningen inkludera träning i PLC-baserade kontrollsystem och realtidsanalys av automationsdata (Hetherington et al., 2006, s. 410). Dessutom skulle en större betoning på kommunikation och samarbete kunna förbättra ingenjörernas förmåga att hantera kritiska situationer ombord på fartyg (Hetherington et al., 2006, s. 411).

Baum-Talmor och Kitada (2022) understryker också vikten av samverkan mellan utbildningsinstitutioner och industrin. Genom att sjöfartsutbildningar samarbetar närmare med rederier och teknikföretag kan utbildningen bättre spegla de verkliga förhållandena i branschen och säkerställa att ingenjörerna får de kunskaper som efterfrågas (Baum-Talmor & Kitada, 2022, s. 13).

För att möta framtidens krav på sjöingenjörer inom automation och PLC bör det utvecklas en obligatorisk behörighetsgrundande utbildning av IMO. Denna förändring skulle bidra till att minska risken för tekniska fel och säkerställa att sjöfarten förblir säker och effektiv i en alltmer digitaliserad och automatiserad värld (Baum-Talmor & Kitada, 2022, s. 14).

Forskningen att en moderniserad och standardiserad PLC-utbildning, i kombination med simuleringsbaserad träning, VR/AR-teknik och certifieringsprogram, är avgörande för att möta de växande kraven inom sjöfartsindustrin. Genom att implementera dessa åtgärder kan sjöingenjörer bättre rustas för framtidens autonoma fartyg och avancerade automationssystem, vilket kommer att förbättra både säkerheten och den operativa effektiviteten inom sjöfarten.

2.5.2 Konsekvenser kring bristande PLC

Bristande kunskap om PLC-system hos sjöingenjörer kan få allvarliga konsekvenser för fartygsdriften och säkerheten ombord. Forskning visar att otillräcklig utbildning inom automation kan leda till en ökad risk för maskinfel och systemhaverier, vilket i sin tur påverkar både fartygets säkerhet och driftsekonomi. När sjöingenjörer saknar djupare förståelse för PLC-styrda system blir felsökningstiderna längre, eftersom personalen har svårt att identifiera och åtgärda problem i automatiserade system. Detta leder ofta till ett större beroende av externa tekniker och kostsamma underhållstjänster, vilket i sin tur kan öka rederiers driftskostnader och skapa operativa förseningar (Meštrović, Pavić, Maljković & Androjna, 2024, s. 23–25).

Utöver tekniska brister är även trötthet och stress avgörande faktorer som påverkar beslutsfattandet och säkerheten i sjöfarten. Enligt en studie från National Transportation Safety Board (1999) arbetar sjömän generellt längre arbetspass än många andra yrkesgrupper, vilket ökar risken för mänskliga fel i kritiska system (Hetherington, Flin & Mearns, 2006, s. 405). För sjöingenjörer innebär detta en särskild utmaning, eftersom brist på utbildning i felsökning av PLC-system gör att de kan ha svårt att diagnostisera och åtgärda problem i automatiserade system, särskilt under hög arbetsbelastning eller vid kritiska situationer där snabb problemlösning krävs (Hetherington et al., 2006, s. 405).

Dessa faktorer understryker behovet av förbättrad utbildning inom PLC och automation för sjöingenjörer. Genom att stärka utbildningsprogrammen och integrera praktisk felsökning av PLC-system kan man minska risken för tekniska fel, korta ned felsökningstider och öka ingenjörernas förmåga att hantera stressade situationer ombord. På så sätt kan både säkerheten och den operativa effektiviteten inom sjöfarten förbättras.

3. METOD

3.1 Metodval

Denna studie använde internetbaserad enkät för att samla in data, som sedan analyserades och användes för att besvara forskningsfrågorna. Denna metod valdes av flera skäl.

Ett av skälen var att det är ett snabbt och enkelt sätt att nå ut till många och få så många respondenter som möjligt. Enkäten kunde besvaras var som helst, så länge personen hade tillgång till internet. Eftersom det var så lättillgängligt ökade sannolikheten för att få ett betydande antal respondenter. Personen kunde också besvara enkäten när det passade dem, till skillnad från exempelvis en personlig intervju där en specifik tid måste bestämmas i förväg (Denscombe, 2014).

En annan fördel med att använda webbaserade enkäter var att det minskade den miljöpåverkan som uppstår vid utskrift av stora mängder fysiska papper. Denna metod fungerade väl för studien eftersom det var viktigt att samla in så mycket data som möjligt för att kunna besvara forskningsfrågorna på ett noggrant sätt (Denscombe, 2014).

3.2 Urval och respondenter

I denna undersökning valdes sjöingenjörer ut som respondenter. Syftet med urvalet var att kartlägga kompetensen hos svenska tekniska sjöbefäl gällande PLC och automationssystem. Undersökningen riktade sig specifikt till svenska sjöingenjörer på Ro-pax samt PCTC-fartyg. Detta eftersom examensarbetet syftar till att undersöka hur väl sjöingenjörernas kompetensnivå motsvarar STCW-kraven samt hur väl utbildningsprogrammen för sjöingenjörer matchar dessa krav. För att säkerställa relevanta jämförelser var det därför endast aktuellt att svenska sjöingenjörer och ETO:er, samt tekniska inspektörer medverkade i enkäten.

3.3 Utformning av enkät

Enkäten bestod av totalt 15 frågor, varav 11 utformades som kryssfrågor och 4 som öppna frågor med fritextsvar. Denna balans valdes för att underlätta för respondenterna, så att de snabbt och enkelt kunde genomföra enkäten utan att tappa intresset. Kryssfrågorna möjliggjorde en tydlig och strukturerad insamling av kvantitativa data. Medan de öppna frågorna gav respondenterna möjlighet att utveckla sina svar och uttrycka sig fritt.

Frågorna konstruerades för att respondenterna skulle kunna besvara dem utifrån egen yrkeserfarenhet, utan att behöva använda externa källor eller hjälpmedel. Detta gjorde det möjligt att analysera svaren baserat på respondenternas faktiska erfarenheter och därmed tydligare belysa deras kompetensnivå inom PLC och automationssystem.

Frågorna var utformade efter att respondenterna skall svara ett–fem, där ett är det lägsta och fem är det högsta. I frågan “Hur viktigt anser du att det är för sjöingenjörer att ha kunskaper i PLC och automatiserade system?” utifrån denna fråga så skulle en etta betyga inte viktigt och en femma betyga mycket viktigt.

3.4 Genomförande av datainsamling

Enkäten distribuerades digitalt via e-post med hjälp av personliga kontakter inom sjöfartsbranschen. Kontakterna vidarebefordrade därefter enkäten till tekniska sjöbefäl på Ropax fartyg, PCTC-fartyg och tekniska inspektörer i land. Detta distributionssätt valdes eftersom det var en effektiv metod för att snabbt nå ut till relevanta respondenter och möjliggjorde att enkäten enkelt kunde spridas vidare till flera fartyg och rederier. Datainsamlingen genomfördes under perioden (10-02-2025 till 28-02-2025) för att ge respondenterna tillräckligt med tid att svara. Eventuella utmaningar, som exempelvis fördröjningar eller låga svarsfrekvenser hanterades genom regelbundna påminnelser och uppföljande kontakt med personliga kontakter inom sjöfarten.

3.5 Analysmetod

Metoden tematisk analys användes för att analysera svaren från enkäten för att kunna hitta mönster och gemensamma teman mellan respondenterna. Det gjordes också en statistisk sammanställning med tabeller och diagram av alla svar från enkäten. Metoden tematisk analys användes främst för att analysera svaren på de öppna frågorna för att kunna hitta gemensamma teman mellan respondenternas svar (Bryman, 2016). Svaren på de öppna frågorna delades upp i olika teman och presenterades i resultatdelen med hjälp av tabeller. Alla kryssfrågor behövdes inte analyseras på samma sätt som de öppna frågorna på grund av att de hade bestämda svarsalternativ. När det var bestämda svarsalternativ var det möjligt att göra en statistisk sammanställning direkt med diagram och tabeller utan att först analysera svaren. Det fanns dock undantag från att göra en statistisk sammanställning direkt på vissa kryssfrågor som hade alternativet för respondenten att skriva sitt eget svar. På dessa frågor behövdes metoden tematisk analys användas för att kunna tolka svaren och hitta gemenskaper.

3.6 Metodkritik

I denna del så kommer det lyftas fram eventuella brister, svagheter eller begränsningar i metoden, samt diskutera hur dessa kan ha påverkat resultatet.

3.6.1 Reliabilitet

Om undersökningen skulle upprepas så skulle enskilda frågor som har ställts i enkäten fått delvis annorlunda svar då det inte var tillräckligt tydliga baserat på de svar som har tagits emot och analyserats. Svaren som har kommit in från de öppna frågorna, har vissa respondenter tolkat de öppna frågorna på olika sätt. Ett fåtal har misstolkat de öppna frågorna och gett svar som inte passar till syftet av detta arbete. Eftersom vissa utav de öppna frågorna inte har varit tillräckligt tydliga. Kryssfrågorna som ställdes hade uppnått samma svar då risk för feltolkningar var minimerade. För att få en tydligare uppfattning om sjöingenjörs kompetens så skulle det behövs funnits en fråga om vilket universitet eller högskola som respondenterna studerade på. Vilket kunde tydliggöra om kompetensnivån skiljer sig.

3.6.2 Validitet

Validiteten av respondenterna är väldigt hög, anledningen till att den är hög är för att de som valde att svara på enkäten, har en teknisk utbildning och alla har läst kurser inom PLC och automationssystem. Alla har dessutom en bakgrund till sjöss eller aktivt jobbar till sjöss.

3.6.3 Urval och svarsfrekvens

Totalt var det 28 individer som besvarade enkäten och av dessa vara nästan hälften tekniska chefer (13) medan förste och andre fartygsingenjörer enbart var fem respektive fyra, resten av rollerna var alla tre eller under. Eftersom majoriteten av de som svarade på enkäten var tekniska chefer betyder det att majoriteten av respondenterna har många års yrkeserfarenhet. Utav de som deltog så var svarsfrekvensen väldigt hög på alla frågor, bortsett från en öppenfråga där enbart 17 av 28 svarade.

3.7 Etiska aspekter

Vid genomförandet av enkätstudien togs etiska aspekter i beaktning genom att informera samtliga respondenter om undersökningens syfte och att deras deltagande var helt frivilligt och anonymt, resultatet skulle endast presenteras på gruppnivå. Dessutom säkerställdes anonymitet genom att inga personliga uppgifter samlades in, vilket gjorde att respondenterna kunde känna sig trygga att svara ärligt och öppet.

4. RESULTAT

Resultatet är framtaget utifrån de frågeställningarna som nämndes i avsnitt 1.3. För vidare förståelse hur resultatet fås fram se avsnitt 3.5. I detta resultat så kommer det att redovisas vad som har svarats i enkätundersökningen. Det kommer även att redogöras för varje befäls roll, hur dem har valt att svara på frågorna som ställdes. Samt ett gemensamt resultat där alla svar granskas tillsammans.

4.1 Antal respondenter

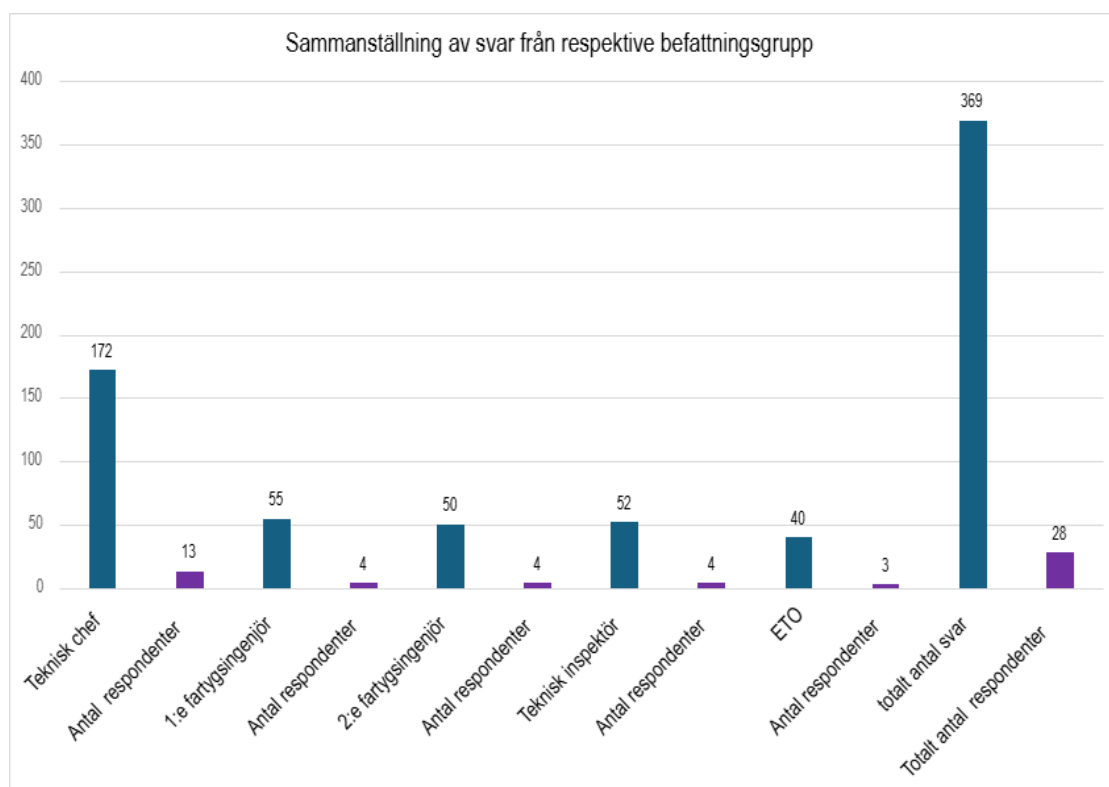
Totalt deltog 28 respondenter i enkätundersökningen, vilka tillsammans genererade 369 svar. Respondenterna fördelades över fem olika befattningar i maskin: Teknisk chef, Teknisk inspektör, förste fartygsingenjör, andre fartygsingenjör samt ETO.

Den befattningen som bidrog med flest svar var tekniska chefer, vilka representerades av 13 respondenter som totalt genererade 172 svar. Den grupp som genererade minst antal svar var ETO, där endast tre respondenter deltog och tillsammans gav 40 svar.

Övriga respondentgrupper fördelade sig enligt följande: fyra förste fartygsingenjörer genererade sammanlagt 55 svar, fyra andre fartygsingenjörer bidrog med totalt 50 svar, och fyra tekniska inspektörer lämnade sammanlagt 52 svar.

Sammanställningen visar därmed en ojämn representation av yrkesroller, med ett betydligt högre antal svar från tekniska chefer jämfört med övriga yrkesgrupper.

Figur 1 Svar från respektive befattningsgrupp

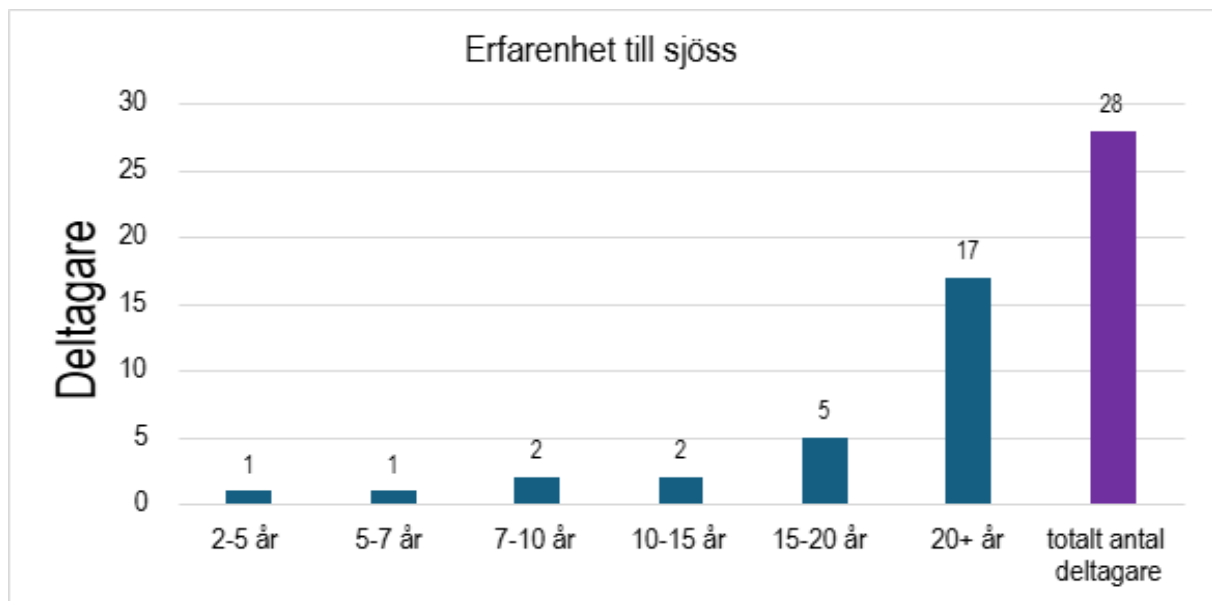


Figuren visar hur många svar som har samlats in per respektive befattningsgrupp samt hur många deltagare som har svarat per grupp.

4.2 Yrkserfarenhet

Utav de som svarade på enkätundersökningen så har hela 60% mer än 20 års erfarenhet inom sjöfarten, resterande befinner sig mellan 2–15 år. Endast en mindre andel har genomgått separat utbildning i PLC och automatiserade system utöver sin sjöingenjörsutbildning. Detta tyder på att flertalet respondenter förlitar sig på arbetslivserfarenhet snarare än formell fortbildning inom området.

Figur 2 Erfarenhet till sjöss



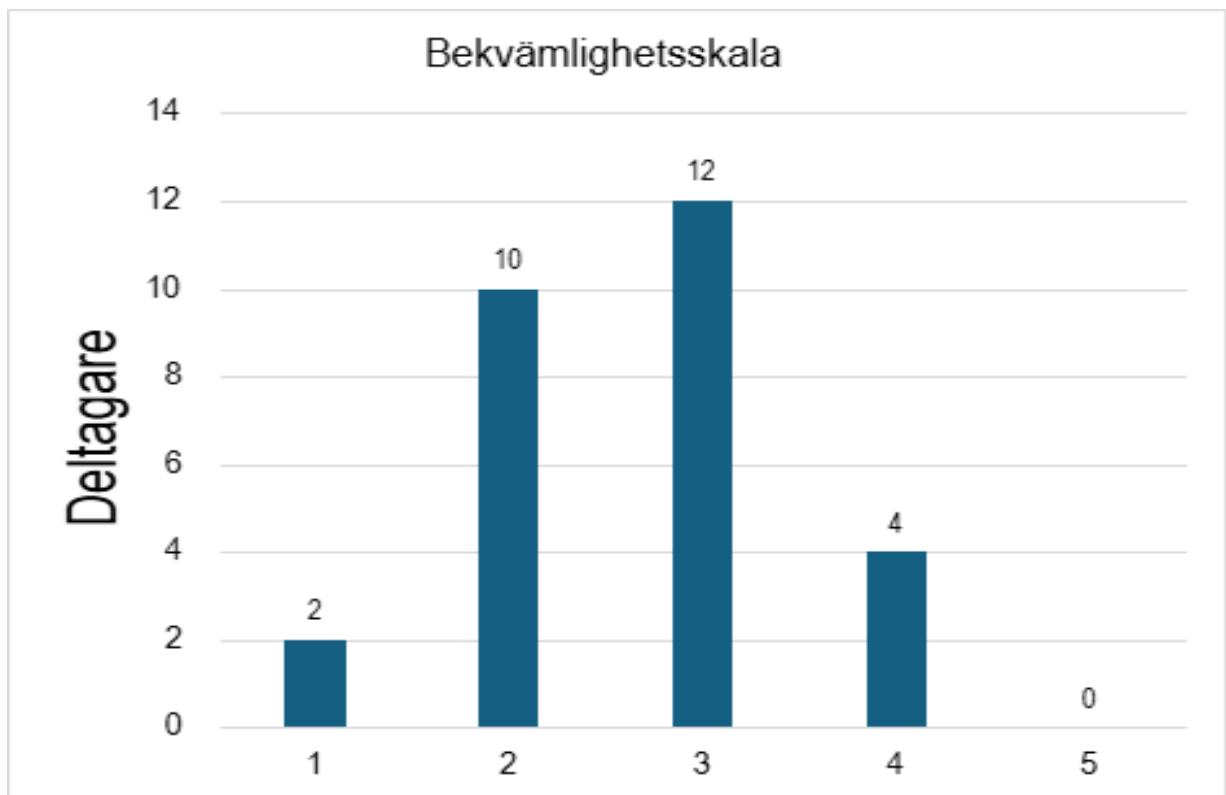
Figuren visar hur lång erfarenhet respondenterna har till sjöss samt hur många som har deltagit i enkätundersökning.

4.3 Kunskap och användning av PLC

Respondenterna fick svara på hur bekväma de var med att arbeta med PLC system på en skala ett till fem. Medianen låg på tre, med en tydlig spridning beroende på roll och bakgrund. Även om drygt hälften arbetade med PLC i sin nuvarande roll, uppger fler att detta sker i begränsad omfattning och ofta i specifika sammanhang som felsökning eller övervakning.

Det som gör att kunskaperna inom PLC-system varierar mycket är för att PLC-system kan skilja sig mycket i komplexitet. Enkla system, som exempelvis en start- och stoppknapp till en pump, är relativt okomplicerade att felsöka och reparera. Däremot kan PLC-system också styra betydligt mer avancerad utrustning, såsom en värmepanna, där komplexiteten ökar markant. I sådana system måste flera variabler hanteras samtidigt, exempelvis temperaturreglering och exakt bränslemängd, vilket ställer högre krav på både systemens konstruktion och användarens förståelse. Systemen innefattar ett stort antal reläer och sekvenser som måste samverka korrekt för att processen ska fungera. Denna ökade komplexitet bidrar till att felsökning och underhåll blir betydligt mer utmanande.

Figur 3 Bekvämlighet av PLC



Figuren visar en sammanställning utav alla respondenters svar av deras bekvämlighet när det kommer till PLC-system.

4.4 Bedömning av utbildningens innehåll

Utav de som ställde upp i undersökning så var det enbart (ca 10%) som anser att deras utbildning fullt ut täckte de tekniska färdigheter som krävs för arbete med moderna automationssystem. Det är också svårt för skolor att hålla sig uppdaterad på alla olika system som utvecklas. Övervägande kritik riktas mot:

- Brist på programmering och felsökningsövningar.
- Begränsad förståelse för systemintegration.
- Avsaknad av praktisk träning i vanligt förekommande styrsystem som ABB 800xA och Kongsberg.

4.5 Relevans av STCW-kraven

STCW-kraven anses generellt som relevanta men otillräckliga i den moderna, digitaliserade fartygsmiljön. Flera respondenter efterfrågar en uppdatering av innehållet för att möta nya tekniska utmaningar, särskilt inom el och automation. STCW kraven är ”den minsta gemensamma nämnaren”

4.6 Förslag till förbättringar

I undersökningen gavs det också möjlighet att ge förslag till förbättringar, det som respondenterna valde att svara var följande:

- Mer praktisk träning i felsökning, ritningstolkning och programmering.
- Integration av aktuella styrsystem och protokoll.
- Industriföreläsningar från företag med modern teknik.

4.7 Framtidens tekniska färdigheter

Respondenterna bedömer att följande färdigheter kommer att bli avgörande inom fem år:

- Felsökning och systemförståelse inom automation.
- Högspänningssystem och batteriteknik kopplat till PLC.

4.8 Roll och erfarenhetsbaserad analys

En mer detaljerad analys av enkätsvaren visar skillnader i PLC-kompetens och upplevd utbildningskvalitet beroende på respondentens roll och erfarenhet.

Tabell 1 PLC-komfort baserat på antal års erfarenhet

Erfarenhet	Antal respondenter	Medelvärde PLC-komfort (1–5)	Andel som arbetar med PLC	Medelvärde utbildningstäckning (1–5)
2–5 år	1	4.0	0 av 1	3.0
5–7 år	1	3.0	0 av 1	3.0
7–10 år	2	3.5	0 av 2	3.0
10–15 år	2	3.5	1 av 2	3.5
15–20 år	5	2.2	3 av 5	1.8
20+ år	17	2.6	5 av 17	1.9

De som har arbetat kortare tid (två till tio år) känner sig generellt mer bekväma med PLC och är också mer nöjda med utbildningens relevans. Däremot arbetar de mer sällan praktiskt med PLC-system. Mer erfarna respondenter upplever att utbildningen inte längre matchar den tekniska verkligheten och pekar på behov av vidareutbildning.

Tabell 2 Teknisk chef

Fråga	Vanligaste svar	Andel (%)
Tidigare PLC utbildning	Nej	69,2%
Bekvämlighet med PLC	2	53,8%
Regelbundet arbete med PLC	Nej	53,8%
Vikt av PLC utbildning	5	46,2%
Relevansen av STCW kraven	2	38,5%
Otillräcklig utbildning	Ja	92,3%
Intresse för vidareutbildning	(4–5)	80 %

Sammanställning visar att majoriteten av tekniska chefer (69,2%) saknar specifik tidigare utbildning i PLC och automation utöver sjöingenjörs examen, vilket kan påverka deras bekvämlighet och självförtroende i arbetet med dessa system. De flesta bedömer sin egen bekvämlighet med PLC-system till en relativt låg nivå (nivå två av fem), och över hälften arbetar inte regelbundet med PLC-system i sin vardag (53,8%).

Respondenterna anser att kunskaper inom PLC är mycket viktigt (nivå fem, 46,2%) vilket indikerar ett tydligt behov av förbättrad utbildning inom området. Relevansen av STCW-kraven bedöms generellt lågt (nivå två av fem, 38,5%) vilket tyder på att nuvarande regelverk inte fullt ut matchar den tekniska utvecklingen ombord.

En mycket stor majoritet (92,3%) upplever att deras nuvarande utbildning är otillräcklig och önskar förbättringar. Det finns också ett högt intresse (fyra och fem, 80%) för vidareutbildning, vilket understryker behovet av att erbjuda relevanta och uppdaterade utbildningar inom PLC och automation.

Resultatet antyder därmed tydligt att regelverk bör ses över och moderniseras för att bättre motsvara de aktuella behoven hos tekniska chefer.

Tabell 3 förste och andre Fartygsingenjör

Fråga	Vanligaste svar	Andel (%)
Tidigare PLC utbildning	Nej	87,5%
Bekvämlighet med PLC	3	50%
Regelbundet arbete med PLC	Nej	62,5%
Vikt av PLC utbildning	4	75%
Relevansen av STCW kraven	3	50%
Otillräcklig utbildning	Ja	100%
Intresse för vidareutbildning	4	50%

Resultatet visar att majoriteten av förste och andre fartygsingenjörer (87,5%) inte har genomgått specifik utbildning i PLC och automation utöver sjöingenjörs examen. Trots detta känner sig det flesta relativt bekväma (medelnivå tre) med att använda PLC- system. Majoriteten (62,5%) arbetar dock inte regelbundet med dessa system, vilket tyder på att kontakten med PLC kan vara sporadisk eller situationsberoende.

Förste och andre fartygsingenjör bedömer att kunskaper inom PLC är viktigt (nivå fyra, 75 %) för deras yrkesroll. STCW-kraven anses relevanta av hälften av respondenterna, vilket visar att kraven i viss mån är anpassade till deras arbetsmiljö. Alla respondenter (100%) är överens om att det finns ett behov av ytterligare utbildning, och hälften (50%) visar tydligt intresse för vidareutbildning.

Sammanfattningsvis indikerar detta att förste och andre fartygsingenjör är engagerade i att förbättra och utveckla sina tekniska färdigheter inom PLC och automation, för att bättre möta de tekniska kraven ombord idag och i framtiden.

Tabell 4 ETO och tekniska inspektörer

Fråga	Vanligaste svar	Andel (%)
Tidigare PLC utbildning	Nej	71,4 %
Bekvämlighet med PLC	3	42,9 %
Regelbundet arbete med PLC	Nej	85,7 %
Vikt av PLC utbildning	4	57,2 %
Relevansen av STCW kraven	5	28,6 %
Otillräcklig utbildning	Ja	85,7 %
Intresse för vidareutbildning	3 och 5	50 % vardera

Sammanställningen visar att majoriteten (71,4%) av respondenterna inom rollerna ETO och tekniska inspektörer inte har någon specifik tidigare utbildning inom PLC och automation utöver sin utbildning. Trots detta är bekvämligheten med PLC-system generellt medelmåttig (nivå tre av fem) de flesta respondenter (85,7%) uppger att de inte arbetar regelbundet med PLC.

En majoritet (57,2%) ser det som viktigt (nivå fyra) att ha goda kunskaper inom PLC. Relevansen av STCW-kraven värderas högst av drygt en fjärdedel (28,6%) av respondenterna. De flest (85,7%) ser ett behov att ytterligare utbildning, och intresset för vidareutbildning är jämnt fördelat mellan måttligt (nivå tre) och ett mycket högt intresse (nivå fem).

Resultatet betonar behovet av att erbjuda relevanta vidareutbildningar för att stärka kompetensen hos personal med ansvar för el och tekniska system till sjöss.

4.9 Gemensamma slutsatser

Tabell 5 Sammanställning av enkätsvaren

Fråga	Vanligast svar	Andel (%)
Tidigare PLC utbildning	Nej	75%
Bekvämlighet med PLC	Medelmåttig (3)	42,9%
Regelbundet arbete med PLC	Nej	64,3%
Vikt av PLC utbildning	Hög (4)	53,6%
Kvalitet på utbildningsprogram	Otillräcklig (2)	39,3%
Otillräcklig utbildning	Ja	92,9%
Intresse för vidareutbildning	Högt (4-5)	65%

Sammanfattar svaren från alla respondenter och ger en generell bild av respondenternas uppfattning. Här framgår att majoriteten (75%) inte har haft någon tidigare specifik PLC utbildning, och en betydande del (64,3%) arbetar inte regelbundet med PLC. Samtidigt betonar respondenterna tydligt vikten av PLC kompetens, där över hälften (53,6%) anser att sådan utbildning är av hög vikt. Dessutom anger majoriteten (92,9%) att utbildningen hittills varit otillräcklig och uttrycker ett stort intresse för vidareutbildning inom området (65%) högt intresse.

5. DISKUSSION

I detta kapitel så kommer det att diskuteras vad som har uppnåtts i resultatet, det kommer även att inkludera hur metoden har använts för att koppla det till frågeställningen. Samt att diskutera vad respondenterna har svarat.

5.1 Resultatdiskussion

Majoriteten av de som svarade på enkäten (60 %) hade 20 eller mer års erfarenhet och majoriteten jobbade som teknisk chef eller teknisk inspektör (60 %). En anledning till att just denna grupp representerade majoriteten utav svaren, kan beror på att de blev först tilldelade enkäten från kontaktpersoner med en viss auktoritet inom sjöfarten. Varför just enkäten först nådde ut till tekniska chefer- och inspektörer, beror på att kontaktpersonen som man har använt sig av för att skicka ut enkäten, har haft mest kontakt med tekniska chefer- och inspektörer.

Det är svårt att bedöma om resultatet hade varit annorlunda om första- och andre fartygsingenjörerna hade fått ett större inflytande på enkäten. Det är däremot troligt att de som har nyligen tagit examen besitter mer teoretiska kunskaper om PLC-system då det har utvecklats väldigt mycket de senaste åren och har fått en bredare teoretisk bakgrund inom området, i jämförelse för 20 år sedan. Detta kan leda till att det genomsnittliga svaret på vissa frågor hade kunnat vara högre.

I fråga 8 där de respondenterna fick svara på “vilka områden anser du att utbildningen bör förbättra inom PLC och automation” så har det mest frekventa svaren varit felsökning, flödesschema och ritningar. Det som är viktigt att ha i åtanke är att en stor majoritet av de som har svarat på enkäten har en lång karriär bakom sig och det var länge sedan de tog examen, därav så kan det vara missvisande till en viss mån då utbildningen och tekniken har utvecklats väldigt mycket de senaste 20 åren. Dock har både respondenter med lång och kort erfarenhet svarat att felsökning inom utbildningen om PLC behöver förbättras och där syftar man till att det skall vara mer felsökningsövningar i olika PLC-system.

Även om denna rapport omfattar en mindre del av sjöingenjörer från Sverige, enligt sjöfartstidningen så finns det cirka 750 sjöingenjörer i Sverige (Sandelin, 2020). Så är det ändå en stor andel utav sjöingenjörer som har valt att svara på enkäten, baserat på hur stort examensarbetet är. Dock i jämförelse med ett forskningsarbete så hade man behövt fler yngre personer att svara på frågorna, för att få ett tydligare resultat. Så man hade kunnat enklare se skillnaderna på ny examinerade sjöingenjörer och sjöingenjörer som tog examen för 20 år sedan. För att kunna tydligare jämföra deras åsikter om PLC och automationssystem.

I resultatet så togs STCW-kraven upp där respondenterna fick följande fråga “Hur relevanta är STCW-kraven för det arbete du utför i dagens digitaliserade miljö” relevansen av STCW-kraven hade en medmåttlig relevans, vad som är viktigt att ha i åtanke är att STCW-kraven skall implementeras för alla sjömän världen över vilket gör det svårt att kunna ställa specifika krav, då skolor runt om i världen kan ha begränsade resurser beroende ekonomiska och kulturella förutsättningar. Det är upp till respektive flaggstat som följer upp att respektive skola / utbildningssamordnare uppfyller kraven. Vidare har länder även krav utöver STCW som i vissa fall kontrolleras av andra myndigheter än exempelvis Transportstyrelsen. Dock är alltid STCW kraven ett obligatoriskt minimum. Det som stödjer detta är att i resultatet så framgår det att på frågan “Har du stött på situationer där din utbildning inte förberett dig för tekniska utmaningar i verkliga arbetssituationer” så svarade 26 utav 28 ja.

5.2 Metoddiskussion

Eftersom litteraturgenomgången endast användes för att ta fram relevant fakta för examensarbetets bakgrundskapitel kommer enbart metoderna webbenkät att diskuteras då den ligger till grund för resultatet.

Enkätundersökningen som genomfördes anses vara lyckad då ett stort antal valde att delta. Det är dock väldigt svårt att fastställa en exakt siffra på hur många personer som har nåtts av enkäten då alla rederier inte har skickat en bekräftelse att enkäten har vidarebefordrats till fartygen. Enkäten skickades till 7 olika rederier och man antar att varje rederi skickade ut enkäten till 4 fartyg vardera, vilket då resulterar att varje fartyg ha en teknisk chef som har mottagit enkäten så skulle det bli 28 personer. Enkäten nådde även fram till förste- och andre fartygsingenjör, man kan göra ett antagande att en förste och en andre fartygsingenjör på varje rederi har blivit tilldelad enkäten då svarsfrekvens var betydligt lägre än för tekniska chefer. Vilket borde resultera att 7 förste och 7 andre fartygsingenjör fick enkäten. Vilket blir totalt 14 personer. Enkäten nådde även fram till ETO-er. Man kan göra ett antagande att en ETO på varje rederi har blivit tilldelad enkäten, vilket skulle resultera i 7 personer. Det nåddes även till tekniska inspektörer, vilket också kan antas att en inspektör per rederi har fått den tilldelad, vilket skulle resultera i 7 personer. Totalt kan det antas att enkäten nådde till 56 personer som har haft möjlighet att svara på enkäten. Utifrån dessa antagande har enkäten en representativitet på 50%.

I planeringsfasen av examensarbetet diskuterades det om att genomföra intervjuer ombord på fartygen, men eftersom vissa av frågorna kunde tolkas som personliga på grund av att de handlar om personen egna kunskaper. Fanns det en risk att de ej skulle ge ärliga svar och i stället svara att de besitter en högre kunskap. Därför valdes det att genomföra webbaserad enkätundersökning för att svaren blir då helt anonyma. Nackdelen med att enbart använda sig utav webbaserade enkätundersökningar är att respondenterna kan feltolka frågorna och man kan ej förklara frågan om det skulle feltolkas. Det finns heller inte möjlighet för följdfrågor till respondenterna. I en intervju kan man diskutera frågorna med respondenterna vilket kan leda till ett bredare svar än i en enkätundersökning.

6. SLUTSATSER

I följande kapitel besvaras de två frågeställningarna kortfattat utifrån studiens resultat och diskussion.

Syftet med detta examensarbete var att undersöka kompetensnivån till sjöss gällande PLC och automationssystem, fokuset ligger på att identifiera vad som behöver förbättras och hur vidare STCW-kraven kan utvecklas.

Vad som har framkommit i detta examensarbete är att osäkerheten i PLC och automationssystem är större än vad man hade uppskattat från början, då fartyg idag är väldigt komplexa och tekniska, där PLC och automationssystem nästan är inblandat i varje system ombord. Därav så antog man att bekvämligheten skulle vara högra och att man skulle känna sig mer säker kring PLC och automationssystem.

En sammanställning av resultatet visar att respondenter med lång yrkeserfarenhet har en delad uppfattning kring användningen av PLC-system. Vissa uppger att de känner sig trygga i hanteringen av dessa system, medan en majoritet anser att komplexiteten har ökat avsevärt jämfört med för 20 år sedan. En återkommande synpunkt är att felsökning har blivit betydligt mer utmanande, vilket i stor utsträckning beror på att leverantörerna i allt högre grad låser sina system och kräver användning av egna produkter för diagnostik och uppkoppling. Denna utveckling har begränsat möjligheterna till självständig felsökning och därmed också bidragit till en minskning av den praktiska kunskapen om system. Undersökningens resultat understryker därmed vikten av att förstärka utbildning och kompetens inom PLC och automationssystem, i syfte att bättre möta de tekniska utmaningar som dagens och framtidens sjöfart ställer.

Det som inte lyckades så bra med detta arbete var att få fler yngre att svara alltså de med en lägre yrkeserfarenhet, varför detta inte lyckades är väldigt svårt att svara på då enkäten låg ut väldigt länge och det fanns gott om tid att svara på frågorna.

6.1 Förslag på vidare forskning

Med utgångspunkt i detta examensarbete föreslås vidare forskning om möjligheten att implementera fler externa utbildningar inom området PLC och automationssystem. Framtida studier bör undersöka förutsättningarna för universitetet och folkhögskolor att erbjuda fristående kurser som stärker kompetensen inom området. Samtidigt vore det relevant att utforska orsaken till att sådana initiativ inte redan genomförts.

Vidare rekommenderas forskning kring varför vissa leverantörer väljer att begränsa åtkomsten till sina automationssystem, vilket medför att enbart leverantörerna själva kan utföra felsökning och underhåll med hjälp av sina egna programvaror. En sådan studie skulle kunna belysa konsekvenserna för den praktiska kompetensutvecklingen samt diskutera möjliga lösningar som ökar transparensen och tillgängligheten för fartygens tekniska personal.

KÄLLFÖRTECKNING

Baum-Talmor, P., & Kitada, M. (2022). Industry 4.0 in shipping: Implications to seafarers' skills and training. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 13, 100542. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2022.100542>

Bryman, A. (2016). *Social research methods* (5th ed.). Oxford University Press.

Chalmers Tekniska Högskola. (2021). Kurs-PM LEU751 Reglerteknik. https://www.student.chalmers.se/sp/course?course_id=39218

Chalmers Tekniska Högskola. (2023). Kurs-PM LEU744 Computerbased control systems. https://www.student.chalmers.se/sp/course?course_id=39273

Chalmers Tekniska Högskola. (2023). Kurs-PM SSY036 Styrteknik. https://www.student.chalmers.se/sp/course?course_id=38807

Chalmers Tekniska Högskola. (2024). Kurs-PM LET685 Kvalificerad elpraktik. https://www.student.chalmers.se/sp/course?course_id=40100

Chalmers Tekniska Högskola. (2024). Utbildningsplan Sjöingenjör. Studentportal. https://www.student.chalmers.se/sp/program?program_id=1996

Hetherington, C., Flin, R., & Mearns, K. (2006). Safety in shipping: The human element. *Journal of Safety Research*, 37(4), 401–411. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2006.04.007>

Meštrović, T., Pavić, I., Maljković, M., & Androjna, A. (2024). Challenges for the Education and Training of Seafarers in the Context of Autonomous Shipping: Bibliometric Analysis and Systematic Literature Review. *Applied Sciences*, 14(8), 3173. <https://doi.org/10.3390/app14083173>

Osbeck, M., & Hult, G. (2017). Styrteknik PLC. Institutionen för Elektroteknik, Chalmers Tekniska Högskola.

Riksdagen. (1993). Högskoleförordning (1993:100). Svensk författningssamling. https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/hogskoleforordning-1993100_sfs-1993-100/

Sandelin, M. (2020, 26 juni). Framtida befälsbrist väntas försvaga svensk sjöfart. Sjöfartstidningen. <https://www.sjofartstidningen.se/framtida-befalsbrist-vantas-forsvaga-svensk-sjofart/>

BILAGA

Bilaga 1-STCW-krav för de olika kurserna

Styrteknik	Reglerteknik	El praktik	Computerbased control systems
A-III/6 Monitor the operation of electrical, electronic and control systems	A-III/1 Operate electrical, electronic and control systems	A-III/1 Maintenance and repair of electrical and electronic equipment	A-III/6 Maintain and repair bridge navigation equipment and ship communication systems
A-III/7 Contribute to monitoring the operation of electrical systems and machinery	A-III/1 Operate main and auxiliary machinery and associated control systems	A-III/2 Manage safe and effective maintenance and repair procedures: Practical knowledge	A-III/6 Monitor the operation of automatic control systems of propulsion and auxiliary machinery
	A-III/6 Maintain and repair electrical, electronic and control systems of deck machinery and cargo handling equipment	A-III/2 Manage trouble-shooting, restoration of electrical and electronic control equipment to operating condition	A-III/6 Monitor the operation of electrical, electronic and control systems
	A-III/6 Monitor the operation of automatic control systems of propulsion and auxiliary machinery	A-III/2 Operation, surveillance, performance assessment and maintaining safety of propulsion plant and auxiliary machinery: Practical knowledge	A-III/6 Operate computers and computer networks on ships
		A-III/6 Maintain and repair automation and control systems of main propulsion and auxiliary machinery	
		A-III/6 Maintain and repair bridge navigation equipment and ship	

		communication systems	
		A-III/6 Maintain and repair control and safety systems of hotel equipment	
		A-III/6 Maintain and Repair of electrical and electronic equipment	
		A-III/6 Operate and maintain power systems in excess of 1,000 Volts	
		A-III/7 Contribute to the maintenance and repair of electrical systems and machinery on board	
		A-III/7 Safe use of electrical equipment	
		A-III/7 Use hand tools, electrical and electronic measurement equipment for fault finding, maintenance and repair operations	

Bilaga 2-Enkätfrågor

Enkät för examensarbete

Den här enkäten syftar till att undersöka sjöingenjörers behov av tekniska färdigheter inom PLC och automatiserade system. Resultaten kommer att användas för att utveckla utbildningsprogram i samband med ett examensarbete.

1. Vilken är din nuvarande roll inom sjöfarten?



Markera alla som gäller.

- Teknisk chef
- 1:e Fartygsingenjör
- 2:e Fartygsingenjör
- Teknisk inspektör
- ETO
- Övrigt: _____

2. Hur många års erfarenhet har du inom sjöfarten?



Markera alla som gäller.

- 0-1 år
- 1-2 år
- 2-5 år
- 5-7 år
- 7-10 år
- 10-15 år
- 15-20 år
- 20+ år

3. Har du tidigare genomgått utbildning i PLC och automatiserade system utöver sjöingenjörns utbildningen?

Markera alla som gäller.

- Ja
- Nej

4. Hur bekväm är du med att arbeta med PLC-system?

Markera endast en oval.

1 2 3 4 5

Inte Mycket bekväm

5. Arbetar du med PLC-system regelbundet i din nuvarande roll?

Markera alla som gäller.

Ja

Nej

6. Hur viktigt anser du att det är för sjöingenjörer att ha kunskaper i PLC och automatiserade system?

Markera endast en oval.

1 2 3 4 5

Inte Mycket viktigt

7. Tycker du att utbildningsprogrammet som du läste täcker de tekniska färdigheter som krävs för att arbeta med PLC och automatiserade system?

Markera endast en oval.

1 2 3 4 5

Inte Mycket relevant

8. Vilka områden anser du att utbildningen bör förbättra inom PLC och automation?

STCW-kraven (Chapter III, Table A-III/1. Standards regarding Engine Department)

STCW säger följande inom PLC och automation:

"Basic configuration and operation principles of the following electrical, electronic and control equipment.

1. electronic equipment.

a) characteristics of basic electronic circuit elements

b) flowchart for automatic and control systems

c) functions, characteristics and features of control systems for machinery items, including main propulsion plant operation control and steam boiler automatic controls.

2. control systems.

a) various automatic control methodologies and characteristics.

b) Proportional–Integral– Derivative (PID) control characteristics and associated system devices for process control."

9. Hur relevant är STCW-kraven för det arbete du utför i dagens digitaliserade miljö?

Markera endast en oval.

1 2 3 4 5

Inte Mycket relevant

10. Har du stött på situationer där din utbildning inte förberett dig för tekniska utmaningar i verkliga arbetssituationer?

Markera endast en oval.

Ja

Nej

11. Vilken typ av praktisk träning skulle du ha önskat mer av under din utbildning?

Markera endast en oval.

Mer kunskap i ritningar

Övrigt: _____

12. Vilka tekniska färdigheter tror du kommer att bli viktigast inom maskinavdelningen de närmaste 5 åren?

13. Hur intresserad är du av att delta i vidareutbildning inom PLC och automatiserade system?

Markera endast en oval.

1 2 3 4 5

Inte Mycket intresserad

14. Har du några förslag på hur utbildningsprogram kan förbättras för att bättre möta arbetslivets krav?

15. Vilka tekniska innovationer ser du som mest relevanta för framtidens sjöfart?

GDPR

Vi samlar in dina svar för examensarbete relaterade till utbildningsbehov inom sjöfarten. Dina data hanteras i enlighet med GDPR, och endast behöriga personer kommer att ha tillgång till dem. Informationen kommer att lagras i högst 12 månader och används enbart för att sammanställa resultat för examensarbetet

16. Jag samtycker till att mina svar används i enlighet med beskrivningen ovan.

Markera alla som gäller.

Ja, jag samtycker.



INSTITUTIONEN FÖR MEKANIK OCH MARITIMA VETENSKAPER

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige

www.chalmers.se



CHALMERS